

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

YASUI et al

Group Art Unit: Not yet assigned

Application No.: New Application

Examiner: Not yet assigned

Filed: October 31, 2003

Attorney Dkt. No.: 60626.00010

For: A METHOD AND AN APPARATUS FOR ESTIMATING AN AMOUNT OF
DRAWN AIR OF A CYLINDER OF AN INTERNAL-COMBUSTION ENGINE
AND A METHOD AND AN APPARATUS FOR CONTROLLING THE
AMOUNT

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 USC § 119

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

October 31, 2003

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign application(s) filed in the following foreign country(ies) is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

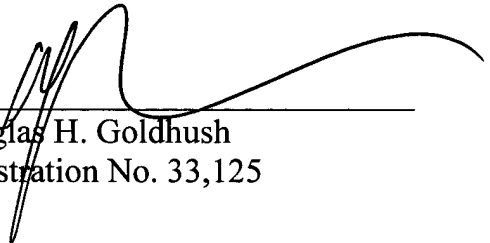
Japanese Patent Application No. 2002-320362 filed on November 1, 2002 in Japan

In support of this claim, certified copy(ies) of said original foreign application(s) is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document(s).

Please charge any fee deficiency or credit any overpayment with respect to this paper to Counsel's Deposit Account No. 50-2222.

Respectfully submitted,



Douglas H. Goldhush
Registration No. 33,125

Customer No. 32294
SQUIRE, SANDERS & DEMPSEY LLP
14TH Floor
8000 Towers Crescent Drive
Tysons Corner, Virginia 22182-2700
Telephone: 703-720-7800
Fax: 703-720-7802

DHG:scc

Enclosure: Priority Document(s) (1)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 1 日
Date of Application:

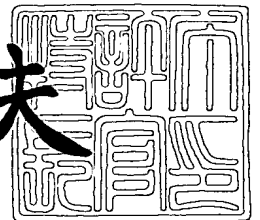
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 2 0 3 6 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 2 0 3 6 2]

出 願 人 本 田 技 研 工 業 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 1 8 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 3 - 3 0 7 6 8 2 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 H102274601

【提出日】 平成14年11月 1日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F02D 41/14

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 安井 裕司

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 石川 洋祐

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 水野 隆英

【発明者】

【住所又は居所】 東京都文京区小石川5丁目10番20号 日本システム技術株式会社内

【氏名】 松本 充彦

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100081721

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡田 次生

【選任した代理人】

【識別番号】 100105393

【弁理士】

【氏名又は名称】 伏見 直哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100111969

【弁理士】

【氏名又は名称】 平野 ゆかり

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 034669

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の吸入空気量推定方法、推定装置、吸入空気量制御方法および制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関のシリンダ吸入空気量を推定する方法であって、吸気管圧力の値に基づいてシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値を求めるステップと、

シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に同定パラメータを乗じた値が、スロットル通過空気量の値に等しくなるように適応オブザーバを用いて同定パラメータを定めるステップと、

シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に当該同定パラメータを乗じてシリンダ吸入空気量の最終推定値を求めるステップとを含むシリンダ吸入空気量推定方法。

【請求項 2】 適応オブザーバを用いて同定パラメータを定めるステップにおいて、排気ガス再循環バルブのリフト量をさらに同定に使用する請求項 1 に記載のシリンダ吸入空気量推定方法。

【請求項 3】 内燃機関のシリンダ吸入空気量を推定する方法であって、吸気管圧力の値に基づいてシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値を求めるステップと、

吸気管圧力の値、排気管内圧力に相当する値および排気ガス再循環バルブのリフト量の値に基づいて還流排気ガス量の推定値を求めるステップと、

シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に第 1 の同定パラメータを乗じた値から、還流排気ガス量の推定値に第 2 の同定パラメータを乗じた値を減じた値が、スロットル通過空気量の値に等しくなるように適応オブザーバを用いて第 1 および第 2 の同定パラメータを定めるステップと、

シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に第 1 の同定パラメータを乗じた値から、還流排気ガス量の推定値に第 2 の同定パラメータを乗じた値を減じて、シリンダ吸入空気量の最終推定値を求めるステップとを含むシリンダ吸入空気量推定方法。

【請求項 4】 第 1 の同定パラメータおよび第 2 の同定パラメータを、適応オブザーバを用いて求めるステップにおいて、第 2 の同定パラメータに忘却係数を使用する請求項 3 に記載のシリンダ吸入空気量推定方法。

【請求項 5】 内燃機関のシリンダ吸入空気量を推定する方法であって、吸気管圧力の値に基づいてシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値を求めるステップと、

吸気管圧力の値の差分、吸気管圧力の値の 2 回差分、スロットル通過空気量の値の差分およびシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値の差分を求めるステップと、

吸気管圧力の値の 2 回差分に同定パラメータを乗じた値が、スロットル通過空気量の値の差分からシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値の差分を減じた値に等しくなるように、適応オブザーバを用いて同定パラメータを定めるステップと、

吸気管圧力の値の差分に同定パラメータを乗じた値を、スロットル通過空気量の値から減じてシリンダ吸入空気量の最終推定値を求めるステップとを含むシリンダ吸入空気量推定方法。

【請求項 6】 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のシリンダ吸入空気量推定方法によって求めたシリンダ吸入空気量の最終推定値が目標値となるように制御するステップをさらに含むシリンダ吸入空気量制御方法。

【請求項 7】 応答指定型制御アルゴリズムを使用する請求項 6 に記載のシリンダ吸入空気量制御方法。

【請求項 8】 内燃機関のシリンダ吸入空気量を推定する装置であって、吸気管圧力に基づいて、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値を求め、出力として送り出すモジュールと、

スロットル通過空気量の値およびシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に基づいて、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に同定パラメータを乗じた値が、スロットル通過空気量の値に等しくなるように適応オブザーバを用いて同定パラメータを定め、出力として送り出すモジュールと、

シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に同定パラメータを乗じてシリ

シリンダ吸入空気量の最終推定値を求める乗算モジュールとを含むシリンダ吸入空気量推定装置。

【請求項 9】 適応オブザーバを用いて同定パラメータを定め、出力として送り出すモジュールが、排気ガス再循環バルブのリフト量をさらに入力として同定に使用する請求項 8 に記載のシリンダ吸入空気量推定装置。

【請求項 10】 内燃機関のシリンダ吸入空気量を推定する装置であって、吸気管圧力の値に基づいてシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値を求め、出力として送り出すモジュールと、

吸気管圧力の値、排気管内圧力に相当する値および排気ガス再循環バルブのリフト量の値に基づいて還流排気ガス量の推定値を求め、出力して送り出すモジュールと、

シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に第 1 の同定パラメータを乗じた値から、還流排気ガス量の推定値に第 2 の同定パラメータを乗じた値を減じた値が、スロットル通過空気量の値に等しくなるように適応オブザーバを用いて第 1 および第 2 の同定パラメータを定め、出力として送り出すモジュールと、

シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に第 1 の同定パラメータを乗じた値から、還流排気ガス量の推定値に第 2 の同定パラメータを乗じた値を減じて、シリンダ吸入空気量の最終推定値を求め、出力として送り出すモジュールとを含むシリンダ吸入空気量推定装置。

【請求項 11】 第 1 および第 2 の同定パラメータを定め、出力として送り出すモジュールにおいて、第 2 の同定パラメータに忘却係数を使用する請求項 10 に記載のシリンダ吸入空気量推定装置。

【請求項 12】 内燃機関のシリンダ吸入空気量を推定する装置であって、吸気管圧力の値に基づいてシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値を求め、出力として送り出すモジュールと、

吸気管圧力の値の差分、吸気管圧力の値の 2 回差分、スロットル通過空気量の値の差分およびシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値の差分を求めるモジュールと、

吸気管圧力の値の 2 回差分に同定パラメータを乗じた値が、スロットル通過空

気量の値の差分からシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値の差分を減じた値に等しくなるように、適応オブザーバを用いて同定パラメータを定めるモジュールと、

吸気管圧力の値の差分に同定パラメータの値を乗じるモジュールと、

吸気管圧力の値の差分に同定パラメータの値を乗じた値をスロットル通過空気量の値から減じてシリンダ吸入空気量の最終推定値を求め、出力として送り出すモジュールとを含むシリンダ吸入空気量推定装置。

【請求項 13】 請求項 8 から 12 のいずれか 1 項に記載のシリンダ吸入空気量推定装置と、

当該シリンダ吸入空気量推定装置の最終推定値および吸入空気量目標値を入力とし、当該最終推定値が目標値となるようにスロットル開度を操作するコントローラとを含むシリンダ吸入空気量制御装置。

【請求項 14】 前記コントローラが応答指定型制御アルゴリズムを使用する請求項 13 に記載のシリンダ吸入空気量制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の吸入空気量の推定方法および推定装置に関する。また、当該推定方法または当該推定装置による吸入空気量の推定値が目標値となるように制御する制御方法および制御装置に関する。特に、適応オブザーバを用いてパラメータを同定する吸入空気量の推定方法および推定装置、また、当該推定方法または当該推定装置による吸入空気量の推定値が目標値となるように制御する制御方法および制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 1 は、本発明の吸入空気量の推定方法および推定装置、また、当該推定方法または当該推定装置による吸入空気量の推定値が目標値となるように制御する制御方法および制御装置が適用される内燃機関の構成を示す。図 1 の内燃機関は、燃費向上のため、タービン 2 とコンプレッサ 1 からなる加給器と自在バルブタイ

ミング機構 8 とを備える。タービン 2 とコンプレッサ 1 とは機械的に接続されてもよく、電氣的に接続されてもよい。自在バルブバルブタイミング機構 8 は、バルブを直接電氣的に動作してもよく、また、機械的なカムによるバルブ動作を電氣的に補正するようにしてもよい。また、図 1 の内燃機関は、エミッション低減のため、エアフローメータ 3、吸気管圧力センサ (PB センサ) 6、広域空燃比 (LAF) センサ 12、O₂ センサ 15、始動時の早期活性化を目的としたプライマリ触媒コンバータ (高耐熱・低熱容量 CAT) 13 および暖機後における高い排気浄化率を実現するメイン触媒コンバータ (高セル密度 CAT) 14 を備える。図 1 において、4 は加給圧センサ、5 は電子制御スロットル、7 は排気ガス再循環バルブ、9 はインジェクタ、10 は燃焼室、11 は点火プラグを示す。

【0003】

図 2 に内燃機関の吸気部分の構成を示す。空気は、スロットル 5 を経てシリンダに送られる。図 3 に、スロットル開度を急に大きくした場合にエアフローメータ 3 によって計測されるスロットル通過空気量 G_{th} 、シリンダ吸入空気量 G_{cy1} 、吸気管への空気量充填量 G_b および吸気管圧力センサ 6 によって計測される吸気管圧力 P_b の関係を示す。図 3 から、スロットル通過空気量 G_{th} は、吸気管充填効果の影響により、シリンダ吸入空気量 G_{cy1} に対してオーバーシュート特性を示すことがわかる。このため、スロットル通過空気量 G_{th} をそのままシリンダ吸入空気量 G_{cy1} とみなして燃料噴射量を決定すると、スロットル変化速度が速い場合に、開度増大時には空燃比がリッチ化され、開度減少時には空燃比がリーン化され、結果として触媒浄化率が低下する。

【0004】

したがって、従来はシリンダ吸入空気量 G_{cy1} を以下のように推定していた。最初に、吸気管圧力 P_b の変化 ΔP_B に基づいて、吸気管への充填量の変化 ΔG_b を以下の式によって算出する。

【0005】

$$Pb(k) Vb = Gb(b) R Tb \quad (1)$$

$$\Delta Pb(k) Vb = \Delta Gb(k) R Tb \quad (2)$$

$$\Delta Gb(k) = \Delta Pb(k) Vb / (R Tb) \quad (3)$$

ここで、 Vb は吸気管ボリューム、 R は気体定数、 Tb は吸気管内の気体温度、 k は、シリンダの吸入行程（TDC）に同期した制御時刻である。 Tb は、一定と仮定する。

【0006】

この吸気管への充填量の変化 $\Delta Gb(k)$ を使って、スロットル通過空気量 $Gth(k)$ を以下の式にしたがって補正することにより、シリンダ吸入空気量の推定値 $Gcyl_hat(k)$ を推定していた。

【0007】

$$Gcyl_hat(k) = Gth(k) - \Delta Gb(k) \quad (4)$$

【0008】

ところが、実際にはスロットル開度の増加または減少の方向およびその速度などによって、吸気管充填効果に寄与する有効吸気管ボリュームは一定ではない。さらに、吸気管内の気体温度 Tb の変化の影響によって、条件によっては図4に示すように、スロットル通過空気量 Gth のオーバーシュートの補償が過剰であったり、過小である場合が生じていた。このため、吸気管ボリュームのゲインスケジューリングを行ったり、シリンダ吸入空気量の推定値 $Gcyl_hat$ にリミット処理を施したり、吸気管への充填量の変化 ΔGb にフィルタ効果を付加したりして対応していた。このため、これらの設定パラメータが増大した。しかしながら、これらの手法では、エンジンやセンサ特性の固体ばらつきや経年変化には対応できなかった。

【0009】

特開平11-294231号は、ファジィニューラルネットを用いて推定吸入

空気量を求める方法を開示している（同公報の図9および図10参照）。しかしながら、この方法によっても、上記の問題点を解決するには至らなかった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

したがって、エンジンやセンサ特性の固体ばらつきや経年変化に対応でき、設定パラメータを増大させない吸入空気量の推定方法および推定装置、また、当該推定方法または当該推定装置による吸入空気量の推定値が目標値となるように制御する制御方法および制御装置が求められていた。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明においては、内燃機関のシリンダ吸入空気量を、適応オブザーバを用いて推定する。

【0012】

このように、シリンダ吸入空気量を、適応オブザーバを用いて推定することによって、スロットルの変化速度やその方向に関わりなく、シリンダ吸入空気量を精度よく推定することができ、空燃比の制御性向上による排気ガスの有害成分の排出量を低減できる。また、従来、吸入空気量推定アルゴリズムのセッティングに多大の時間と労力を要していたが、これを飛躍的に削減できる。

【0013】

本発明の1実施形態による、内燃機関のシリンダ吸入空気量を推定する方法は、吸気管圧力の値に基づいてシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値を求めるステップと、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に同定パラメータを乗じた値が、スロットル通過空気量の値に等しくなるように適応オブザーバを用いて同定パラメータを定めるステップとを含む。さらに、本実施形態による方法は、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に当該同定パラメータを乗じてシリンダ吸入空気量の最終推定値を求めるステップを含む。

【0014】

また、本実施形態による、内燃機関のシリンダ吸入空気量を推定する装置は、吸気管圧力に基づいて、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値を求め、

出力として送り出すモジュールと、適応オブザーバを用いて同定パラメータを定め、出力として送り出すモジュールと、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に同定パラメータを乗じてシリンダ吸入空気量の最終推定値を求める乗算モジュールとを含む。適応オブザーバは、スロットル通過空気量の値およびシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に基づいて、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に同定パラメータを乗じた値が、スロットル通過空気量の値に等しくなるように同定パラメータを定める。

【0015】

エアフローメータによって観測されるスロットル通過空気量は、スロットルが急変する際にオーバーシュートの挙動を示し、スロットルが一定の場合には揺らぐ特性があり、このため、過渡時および定常時の空燃比の制御性を低下させていた。本発明の上記実施形態によれば、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に、適応オブザーバによって求めた同定パラメータを乗じてシリンダ吸入空気量の最終推定値を求めることにより、過渡時に正確な推定値を与え、定常時に揺らぎのない推定値を提供することができる。したがって、空燃比の制御性を飛躍的に向上できる。

【0016】

本発明の他の実施形態によれば、適応オブザーバを用いて同定パラメータを定める際に、排気ガス再循環バルブのリフト量をさらに同定に使用する。

【0017】

排気ガス再循環がON/OFFすると、スロットル通過空気量はそれに応じて急変する。このとき、適応オブザーバによって算出される同定パラメータは、スパイク的な偏差の発生により振動的な挙動を示す。このため、シリンダ吸入空気量の最終推定値が振動的になることがあった。そこで、本実施形態においては、排気ガス再循環バルブのリフト量を使用してスパイク的な偏差をキャンセルすることにより、シリンダ吸入空気量の最終推定値が振動的になることを防止する。したがって、排気ガス再循環ON/OFF時の空燃比制御性が向上する。

【0018】

本発明の他の実施形態による、内燃機関のシリンダ吸入空気量を推定する方法

は、吸気管圧力の値に基づいてシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値を求めるステップと、吸気管圧力の値、排気管内圧力に相当する値および排気ガス再循環バルブのリフト量の値に基づいて還流排気ガス量の推定値を求めるステップとを含む。さらに、本実施形態による方法は、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に第1の同定パラメータを乗じた値から、還流排気ガス量の推定値に第2の同定パラメータを乗じた値を減じた値が、スロットル通過空気量の値に等しくなるように第1および第2の同定パラメータを定めるステップを含む。さらに、本実施形態による方法は、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に第1の同定パラメータを乗じた値から、還流排気ガス量の推定値に第2の同定パラメータを乗じた値を減じて、シリンダ吸入空気量の最終推定値を求めるステップを含む。

【0019】

また、本実施形態による、内燃機関のシリンダ吸入空気量を推定する装置は、吸気管圧力の値に基づいてシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値を求め、出力として送り出すモジュールと、吸気管圧力の値、排気管内圧力に相当する値および排気ガス再循環バルブのリフト量の値に基づいて還流排気ガス量の推定値を求め、出力して送り出すモジュールとを含む。さらに、本実施形態による装置は、適応オブザーバにより、第1および第2の同定パラメータを定め、出力として送り出すモジュールと、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に第1の同定パラメータを乗じた値から、還流排気ガス量の推定値に第2の同定パラメータを乗じた値を減じて、シリンダ吸入空気量の最終推定値を求め、出力として送り出すモジュールとを含む。適応オブザーバは、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に第1の同定パラメータを乗じた値から、還流排気ガス量の推定値に第2の同定パラメータを乗じた値を減じた値が、スロットル通過空気量の値に等しくなるように同定パラメータを定める。

【0020】

本実施形態によれば、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に第1の同定パラメータを乗じた値から、還流排気ガス量の推定値に第2の同定パラメータを乗じた値を減じて、シリンダ吸入空気量の最終推定値を求める。したがって

、排気ガス再循環のON/OFFに対して遅れを発生することなく、排気ガス再循環のON/OFFによる実際のシリンダ吸入空気量の変化を推定値に反映できるため、排気ガス再循環のON/OFF時の空燃比の制御性を向上できる。

【0021】

さらに、他の実施形態によれば、第1の同定パラメータおよび第2の同定パラメータを、適応オブザーバを用いて求める際に、第2の同定パラメータに忘却係数を使用する。

【0022】

本実施形態により、スロットル通過空気量が一定の場合に、第2の同定パラメータはゼロとなる。したがって、スロットル通過空気量が一定の場合に、適応オブザーバによって算出される第1のパラメータおよび第2のパラメータの絶対値の総和が増大（ドリフト）し、シリンダ吸入空気量の最終推定値の精度が著しく低下する状況が防止できる。

【0023】

本発明の他の実施形態による、内燃機関のシリンダ吸入空気量を推定する方法は、吸気管圧力の値に基づいてシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値を求めるステップと、吸気管圧力の値の差分、吸気管圧力の値の2回差分、スロットル通過空気量の値の差分およびシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値の差分を求めるステップを含む。さらに、本実施形態による方法は、適応オブザーバを用いて同定パラメータを定めるステップと、吸気管圧力の値の差分に同定パラメータを乗じた値を、スロットル通過空気量の値から減じてシリンダ吸入空気量の最終推定値を求めるステップとを含む。適応オブザーバは、吸気管圧力の値の2回差分に同定パラメータを乗じた値が、スロットル通過空気量の値の差分からシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値の差分を減じた値に等しくなるように、同定パラメータを定める。

【0024】

本実施形態による、内燃機関のシリンダ吸入空気量を推定する装置は、吸気管圧力の値に基づいてシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値を求め、出力として送り出すモジュールと、吸気管圧力の値の差分、吸気管圧力の値の2回差

分、スロットル通過空気量の値の差分およびシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値の差分を求めるモジュールとを含む。さらに、本実施形態による装置は、適応オブザーバを用いて同定パラメータを定めるモジュールと、吸気管圧力の値の差分に同定パラメータの値を乗じるモジュールと、吸気管圧力の値の差分に同定パラメータの値を乗じた値をスロットル通過空気量の値から減じてシリンダ吸入空気量の最終推定値を求め、出力として送り出すモジュールとを含む。適応オブザーバは、吸気管圧力の値の2回差分に同定パラメータを乗じた値が、スロットル通過空気量の値の差分からシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値の差分を減じた値に等しくなるように、同定パラメータを定める。

【0025】

本実施形態によれば、吸気管圧力の値の差分に同定パラメータを乗じた値を、スロットル通過空気量の値から減じてシリンダ吸入空気量の最終推定値を求める。同定パラメータは、シリンダ吸入空気量の最終推定値の変化挙動が、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値の変化挙動に一致するように、適応オブザーバによって定める。したがって、シリンダ吸入空気量の最終推定値が、過渡時に実際のシリンダ吸入空気量の挙動と一致した挙動を示す、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値と同様の挙動を示すようになるため、過渡時の空燃比制御性が向上する。

【0026】

本発明のさらに他の実施形態による、シリンダ吸入空気量制御方法は、本発明のいずれかの実施形態による吸入空気量推定方法によって求めたシリンダ吸入空気量の最終推定値が目標値となるように制御するステップをさらに含む。

【0027】

本実施形態による、シリンダ吸入空気量制御装置は、本発明のいずれかの実施形態による、シリンダ吸入空気量推定装置と、当該シリンダ吸入空気量推定装置の最終推定値および吸入空気量目標値を入力とし、当該最終推定値が目標値となるようにスロットル開度を操作するコントローラとを含む。

【0028】

本実施形態によれば、適応オブザーバを使用する本発明のいずれかの実施形態

による、シリンダ吸入空気量の推定値が目標値となるように制御する。したがって、スロットルの変化速度やその方向に関わりなく、シリンダ吸入空気量を精度よく推定することができるため、急速なスロットルの変化が要求されるような場合にも、シリンダ吸入空気量を精度よく制御することができる。すなわち、エンジンの駆動トルクを制御することができる。

【0029】

他の実施形態によれば、制御に応答指定型制御アルゴリズムを使用する。

【0030】

応答指定型制御アルゴリズムを使用することにより、シリンダ吸入空気量を、目標値に対するオーバーシュートを生じることなく制御することができる。つまり、エンジンの駆動トルクを目標トルクに対してオーバーシュートを生じることなく制御することができる。これにより、ドライバビリティの向上や、HEV/GDI（GDIエンジンと電気モータの組み合わせ）システムの動作においてむだを省くことができるため、燃費の向上を図ることができる。

【0031】

【発明の実施の形態】

本発明の1実施形態について以下に説明する。

【0032】

まず、充填効率を考慮せずに、吸気管圧力 P_b の気体がシリンダ内に 100% 充填されると仮定し、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値 G_{air} — P_b を以下の式にしたがって算出する。

【0033】

$$P_b(k) V_{cyl} = G_{air_Pb}(k) R T_{cyl} \quad (5)$$

ここで、 V_{cyl} は、シリンダ容積（自在バルブタイミング機構の場合は、有効圧縮シリンダ容積）、 R は気体定数、 T_{cyl} は、シリンダの気体温度、 k は、TDCに同期した制御時刻である。シリンダの気体温度 T_{cyl} は、吸気管（インテイクマニホールド）内の気体温度 T_b と等しいと仮定する。上記の式5を変形し、以下の式6を得る。

【0034】

$$G_{air_Pb}(k) = (P_b(k) V_{cyl}) / (R T_{cyl}) \quad (6)$$

【0035】

この場合に、シリンダ吸入空気量 G_{cyl} 、スロットル通過空気量 G_{th} およびシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} の間の関係は図5に示すようになる。図5からわかるように、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} は、充填効率を無視しているため、シリンダ吸入空気量 G_{cyl} に対し、定常偏差を持っている。しかしながら、その挙動は、シリンダ吸入空気量 G_{cyl} の挙動と一致している。本実施形態においては、このシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} の特性に注目した。

【0036】

すなわち、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} は、シリンダ吸入空気量 G_{cyl} の挙動の情報を持っており、スロットル通過空気量 G_{th} はシリンダの充填効率の情報を持っている。したがって、スロットル通過空気量 G_{th} によって、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} の定常偏差を補償する方法を考案した。

【0037】

シリンダの充填効率は一定ではないため、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} とシリンダ吸入空気量 G_{cyl} の定常偏差は厳密には定常ではない。したがって、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} の、スロットル通過空気量 G_{th} による補正は、適応性を有する必要がある。

【0038】

そこで本発明においては、適応オブザーバを使用して適応性を有する補正を行うこととした。特に、本実施形態では、以下の式に示すように適応オブザーバとして逐次型同定アルゴリズムを用いて、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} を同定パラメータ A' によって補正し、シリンダ吸入空気量の最終推定値 G_{cyl_hat} を求めるようにした。

【0039】

$$G_{cyl_hat}(k) = A'(k) G_{air_Pb}(k) \quad (7)$$

$$A'(k) = A'(k-1) + KP'(k) (ide'(k) - Klact \Delta LACT) \quad (8)$$

$$KP(k) = \frac{P'(k-1)Z'(k)}{1 + Z'(k)P'(k-1)Z'(k)} \quad (9)$$

$$ide'(k) = G_{th}(k) \cdot A'(k-1) G_{air_Pb}(k) \quad (10)$$

$$P'(k+1) = \frac{1}{\lambda_1} \left(1 - \frac{\lambda_2 P'(k) Z'(k) Z'(k)}{\lambda_1 + \lambda_2 Z'(k) P'(k) Z'(k)} \right) P'(k) \quad (11)$$

$$Z'(k) = G_{air_Pb}(k) \quad (12)$$

$$\Delta LACT = LACT(k) - LACT(k-1) \quad (13)$$

ここで、 λ_1 および λ_2 は重みパラメータ、 $LACT$ は排気ガス再循環 (EGR) バルブリフト量、 $Klact$ はダンピング係数である。ここで、 $\lambda_1 = 1$ 、 $\lambda_2 = 1$ の場合は最小 2 乗法、 $\lambda_1 < 1$ 、 $\lambda_2 = 1$ の場合は重み付き最小 2 乗法、 $\lambda_1 = 1$ 、 $\lambda_2 = 0$ の場合が固定ゲイン法、 $\lambda_1 = 1$ 、 $\lambda_2 < 1$ の場合が漸減ゲイン法となる。同定パラメータ A' は、式 10 の偏差を最小とするように定められる。

【0040】

なお、式 8 の $\Delta LACT$ の項は、EGR バルブリフト量の急変時におけるシリンダ吸入空気量の最終推定値 G_{cyl_hat} の振動的な挙動を抑制するためのダンピング項である。EGR バルブリフト量の急変時には、シリンダの充填効率が急変し、スパイク的な偏差が発生する。これにより、同定パラメータ A' が振動的な挙動を示す。上記のダンピング項は、このような同定パラメータの振動的な挙動を防止するためのものである。

【0041】

図6に本実施形態によるシリンダ吸入空気量推定装置のブロック図を示す。シリンダ吸入空気量推定装置は、モジュール61と、モジュール62と、乗算モジュール63とを含む。モジュール61は、吸気管圧力 P_b を入力として受け取り、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} を求め、出力として送り出す(式6)。モジュール62は、スロットル通過空気量の値 G_{th} 、当該吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} および排気ガス再循環(EGR)バルブリフト量 $LACT$ を入力として受け取り、逐次型最小2乗法を用いて同定パラメータ A' を定め、出力として送り出す(式8から13)。同定パラメータ A' は、式10の偏差が最小となるようになるように定める。乗算モジュール63は、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} に当該係数 A' を乗じてシリンダ吸入空気量の最終推定値 G_{cyl_hat} を求める(式7)。

【0042】

図7に本実施形態によるシリンダ吸入空気量推定の結果を示す。スロットル通過空気量の値 G_{th} およびEGRバルブリフト量 $LACT$ の変化にかかわらず、シリンダ吸入空気量の最終推定値 G_{cyl_hat} は、シリンダ吸入空気量の値 G_{cyl} に追従している。同定パラメータ A' は、スロットル通過空気量の値 G_{th} およびEGRバルブリフト量 $LACT$ の変化に適応して変化している。

【0043】

本発明の別の実施形態について以下に説明する。

【0044】

本実施形態においては、EGR通路を通じて還流される排気ガス量 G_{egr} を以下の式によって推定する。

【0045】

$$G_{egr}(k) = K_{gegr} LACT(k \cdot d) \sqrt{P_a - P_b} \quad (14)$$

ここで、 K_{gegr} は、排気ガス還流量算出係数、 $LACT$ は排気ガス再循環(EGR)バルブリフト量、 P_a は、大気圧を表す。ここで大気圧は、排気ガス圧力(背圧)にほぼ等しい。

【0046】

このとき、シリンダ吸入空気量の最終推定値 G_{cyl_hat} を以下の式によって算出する。

【0047】

$$G_{cyl_hat}(k) = A''(k)G_{air_Pb}(k) - B''(k)G_{egr}(k) \quad (15)$$

ここで、 A'' および B'' は、同定パラメータである。シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} には、排気ガス再循環分 (EGR) の影響が反映されていないが、式 15 によって、排気ガス再循環分 (EGR) によって増加している空気圧 P_b によってシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} が余剰になっている分をキャンセルすることができる。

【0048】

逐次型最小 2 乗法を用いた、式 15 の算出手順を以下の式に示す。

【0049】

$$G_{cyl_hat}(k) = A''(k)G_{air_Pb}(k) - B''(k)G_{egr}(k) \quad (16)$$

$$\theta''(k) = \delta \theta''(k-1) + KP''(k) ide''(k) \quad (17)$$

$$KP''(k) = \frac{P''(k-1)Z''(k)}{1 + Z''(k)^T P''(k-1)Z''(k)} \quad (18)$$

$$ide''(k) = G_{th}(k) - \theta''(k-1)^T Z''(k) \quad (19)$$

$$Z''(k)^T = [G_{air_Pb}(k) \ G_{egr}(k)] \quad (20)$$

$$\theta''(k)^T = [A''(k), -B''(k)] \quad (21)$$

$$\delta = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \delta \end{bmatrix} : \text{忘却ベクトル } (0 < \delta < 1) \quad (22)$$

ここで、 θ'' (A'' , B'') は、同定パラメータを表し、 P'' は、同定

ゲインを表す。

【0050】

式17乃至式22においては、同定パラメータが複数存在するため、スロットル通過空気量の値 G_{th} の値がほぼ一定になったときにパラメータがドリフトを生じるおそれがある。したがって、同定アルゴリズムとして σ 修正法を用いた固定ゲインアルゴリズムを採用している。

【0051】

図8に本実施形態によるシリンダ吸入空気量推定装置のブロック図を示す。シリンダ吸入空気量推定装置は、モジュール81と、モジュール82と、モジュール83と、モジュール84とを含む。モジュール81は、吸気管圧力の値 P_b を入力として受け取り、シリンダ吸入量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} を求め、出力として送り出す(式6)。モジュール82は、吸気管圧力の値 P_b 、大気圧 P_a および排気ガス再循環バルブのリフト量の値 $LACT$ を入力として受け取り、還流排気ガス量の吸気管圧力による推定値 G_{egr} を求め、出力して送り出す(式14)。モジュール83は、スロットル通過空気量の値 G_{th} 、還流排気ガス量の吸気管圧力による推定値 G_{egr} およびシリンダ吸入量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} を入力として受け取り、第1の同定パラメータ A'' および第2の同定パラメータ B'' を、逐次型最小2乗法を用いて定め、出力として送り出す(式17から22)。第1の同定パラメータ A'' および第2の同定パラメータ B'' は、式19の偏差が最小となるようになるように定める。モジュール84は、シリンダ吸入量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} に第1の同定パラメータ A'' を乗じた値から、還流排気ガス量の吸気管圧力による推定値 G_{egr} に第2の同定パラメータ B'' を乗じた値を減じ、シリンダ吸入空気量の最終推定値 G_{cyl_hat} を求める(式16)。

【0052】

図9に本実施形態によるシリンダ吸入空気量推定の結果を示す。スロットル通過空気量の値 G_{th} およびEGRバルブリフト量 $LACT$ の変化にかかわらず、シリンダ吸入空気量の最終推定値 G_{cyl_hat} は、シリンダ吸入空気量の値 G_{cyl} に追従している。第1の同定パラメータ A'' は、スロットル通過空気

量の値 G_{th} および EGR バルブリフト量 $LACT$ の変化に適応して変化している。また、第2の同定パラメータ B'' は、 EGR バルブリフト量 $LACT$ の変化に適応して変化するが、パラメータの忘却効果により、定常時にはゼロに戻る。このような挙動により、 EGR バルブリフト量の急変時にも精度の高い推定が行われる。

【0053】

本発明のさらに、別の実施形態について以下に説明する。

【0054】

シリンダ吸入量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} は、シリンダ吸入量の変化挙動に関して高精度の情報を有している。したがって、シリンダ吸入空気量の最終推定値 G_{cyl_hat} の変化挙動をシリンダ吸入量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} の変化挙動に一致させるように吸気管充填量の変化 ΔG_b を適応的に算出する。

【0055】

従来の、シリンダ吸入空気量の推定値 G_{cyl_hat} の算出は以下の式であった。

【0056】

$$G_{cyl_hat}(k) = G_{th}(k) - \Delta G_b(k) \quad (4)$$

$$\Delta G_b(k) = \Delta P_b(k) V_b / (R T_b) \quad (3)$$

この従来手法の問題点は、吸気管への充填量の変化 ΔG_b をエンジンやセンサ特性の個体ばらつきや経年変化に対して適切に設定できないことであった。

【0057】

そこで、シリンダ吸入空気量の最終推定値 G_{cyl_hat} 以下の式により定義し直す。

【0058】

$$G_{cyl_hat}(k) = G_{th}(k) - A \Delta P_b(k) \quad (23)$$

【0059】

ここで、留意すべき点は、吸気管への充填量の変化 ΔG_b を適応的に算出するために、同定パラメータ A を使用している点である。

【0060】

式23の差分を求める。

【0061】

$$\Delta G_{cyl_hat}(k) = \Delta G_{th}(k) - A \Delta \Delta P_b(k) \quad (24)$$

$$\Delta G_{cyl_hat}(k) = G_{cyl_hat}(k) - G_{cyl_hat}(k-1) \quad (25)$$

$$\Delta G_{th}(k) = G_{th}(k) - G_{th}(k-1) \quad (26)$$

$$\Delta \Delta P_b(k) = \Delta P_b(k) - \Delta P_b(k-1) \quad (27)$$

【0062】

これに対して、シリンダ吸入量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} の差分を以下の式により定義する。

【0063】

$$\Delta G_{air_Pb}(k) = G_{air_Pb}(k) - G_{air_Pb}(k-1) \quad (28)$$

【0064】

「シリンダ吸入空気量の最終推定値 G_{cyl_hat} の変化が、シリンダ吸入量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} の変化に等しい」との条件は、以下の式により表される。

【0065】

$$\Delta G_{air_Pb}(k) = \Delta G_{cyl_hat}(k) \quad (29)$$

【0066】

式29の右辺に式24を代入して以下の式を導く。

【0067】

$$\Delta G_{th}(k) - \Delta G_{air_Pb}(k) = A \Delta \Delta P_b(k) \quad (30)$$

【0068】

したがって、式30を満たすように同定パラメータAを定め、シリンダ吸入空気量の最終推定値 G_{cyl_hat} を算出すればよい。算出の仕方を以下の式によって具体的に示す。

【0069】

$$G_{cyl_hat}(k) = G_{th}(k) - A \Delta P_b(k) \quad (31)$$

$$A(k) = A(k-1) + KP(k) ide(k) \quad (32)$$

$$KP(k) = \frac{P'(k-1)Z(k)}{1 + Z(k)P(k-1)Z(k)} \quad (33)$$

$$ide(k) = \Delta G_{th}(k) - \Delta G_{air_Pb}(k) - A \Delta \Delta P_b(k)$$

$$= \Delta G_{th}(k) - \Delta G_{air_Pb}(k) - A Z(k) \quad (34)$$

$$P(k+1) = \frac{1}{\lambda_1} \left(1 - \frac{\lambda_2 P(k) Z(k) Z(k)}{\lambda_1 + \lambda_2 Z(k) P(k) Z(k)} \right) P(k) \quad (35)$$

$$Z(k) = \Delta \Delta P_b(k) \quad (36)$$

ここで、 λ_1 、 λ_2 は、重みパラメータである。

【0070】

図10に本実施形態によるシリンダ吸入空気量推定装置のブロック図を示す。シリンダ吸入空気量推定装置は、モジュール10から108を含む。モジュール101は、吸気管圧力の値 P_b を入力として受け取り、シリンダ吸入量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} を求め、出力として送り出す（式6）。モジュール102から105は、差分器である。モジュール106は、スロットル通過

空気量の差分 ΔG_{th} 、吸気管圧力の 2 回差分 $\Delta \Delta P_b$ およびシリンダ吸入量の吸気管圧力による推定値の差分 ΔG_{air_Pb} を入力として、シリンダ吸入空気量の最終推定値 G_{cycl_hat} の変化挙動をシリンダ吸入量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} の変化挙動に一致させるように同定パラメータ A を同定するモジュールである（式 32 から 36）。具体的に同定パラメータ A は、式 34 の偏差を最小とするように定める。モジュール 107 は、 G_{air_Pb} に同定パラメータ A を乗算する。モジュール 108 は、スロットル通過空気量 G_{th} からモジュール 107 の乗算の結果を減じて G_{cycl_hat} を求める（式 31）。

【0071】

図 11 に本実施形態によるシリンダ吸入空気量推定の結果を示す。スロットル通過空気量の値 G_{th} の変化にかかわらず、シリンダ吸入空気量の最終推定値 G_{cycl_hat} は、シリンダ吸入空気量の値 G_{cycl} に追従している。同定パラメータ A は、スロットル通過空気量の値 G_{th} の変化に適応して変化している。

【0072】

なお、図 6 および図 8 に示す実施形態においては、過渡時のシリンダ吸入空気量の最終推定値 G_{cycl_hat} の挙動を、逐次型最小 2 乗法の応答遅れによって維持しているため、定常時のシリンダ吸入空気量の値 G_{cycl} と最終推定値 G_{cycl_hat} との定常偏差の収束速度を速めると、最終推定値 G_{cycl_hat} の挙動がスロットル通過空気量の値 G_{th} の挙動に近くなってしまう。他方、図 6 および図 8 に示す実施形態は、定常時のスロットル通過空気量の値 G_{th} の揺らぎをフィルタリングできるため、定常時の空燃比制御の安定性に優れる。

【0073】

図 10 の実施形態は、定常偏差の収束速度を速めることができるが、定常時のスロットル通過空気量の値 G_{th} の揺らぎをフィルタリング効果はない。

【0074】

つぎに、上述の本発明の吸入空気量推定装置によって推定された吸入空気量 G_{cycl_hat} を目標値 G_{cycl_cmd} に制御する方法について述べる。

【0075】

電子制御スロットルの開度 TH とその目標値 TH_com との関係は、以下の式のように近似できる。

【0076】

$$TH(k) = Ath TH(k-1) + Bth TH_cmd(k) \quad (37)$$

ここで Ath および Bth は、和が 1 となる定数である。

【0077】

また、スロットル通過空気量は、以下の式によって近似できる。

【0078】

$$Gth'(k) = Sth(Pa, Pb, TH) TH(k) \quad (38)$$

ここで、 Sth は、大気圧 Pa (ほぼスロットル上流圧に等しい)、吸気管圧力 Pb およびスロットル開度 TH に応じて決まる係数である。

【0079】

式 37 および式 38 から以下の関係式を得る。

【0080】

$$\begin{aligned} Gth'(k) &= Sth(Pa, Pb, TH) TH(k) \\ &= Sth(Pa, Pb, TH) Ath TH(k-1) + Sth(Pa, Pb, TH) Bth TH_cmd(k) \\ &= Ath Gth'(k-1) + Bth' TH_cmd(k) \end{aligned} \quad (39)$$

ここで、 $Bth' = Sth(Pa, Pb, TH) Bth$ である。

【0081】

さらに、スロットル通過空気量 Gth は、近似値 Gth' にほぼ等しいので、 Gth' と $Gcyl_hat$ との関係は、以下の式で近似できる。

【0082】

$$\begin{aligned}
 G_{cyl_hat}(k) &= G_{th}'(k) - \Delta G_b(k) \\
 &= G_{th}'(k) - A(P_b(k) - P_b(k-1))
 \end{aligned}
 \tag{40}$$

この式40に式39を代入すると、以下の式41、式42を得る。

【0083】

$$\begin{aligned}
 G_{cyl_hat}(k) &= G_{th}'(k) - A P_b(k) + A P_b(k-1), \\
 &= A_{th} G_{th}'(k-1) + B_{th}' TH_cmd(k) - A P_b(k) + A P_b(k-1)
 \end{aligned}
 \tag{41}$$

$$G_{cyl_hat}(k) = A_{th} G_{th}'(k-1) - A P_b(k) + A P_b(k-1) + B_{th}' TH_cmd(k)
 \tag{42}$$

ここで、式42の G_{th}' をエアフローメータによって検出される実測値 G_{th} に置換した式を以下に定義する。

【0084】

$$G_{cyl_hat}(k) = A_{th} G_{th}(k-1) - A P_b(k) + A P_b(k-1) + B_{th}' TH_cmd(k)
 \tag{43}$$

【0085】

上記の式43をスロットル開度目標値 TH_cmd と吸入空気量推定値 G_{cyl_hat} を関係付けるモデルとする。

【0086】

このとき、吸入空気量推定値 G_{cyl_hat} と吸入空気量目標値 G_{cyl_cmd} の偏差 G_e を以下の式によって定義する。

【0087】

$$Ge(k) = Gcyl_hat(k) - Gcyl_cmd(k) \quad (44)$$

さらに、この偏差 Ge の収束挙動を以下の切換関数 σ によって定義する。

【0088】

$$\sigma(k) = Ge(k) - S Ge(k-1) \quad (45)$$

ここで $-1 < S < 1$ である。この切換関数は、

$$Ge(k) = S Ge(k-1) \quad (46)$$

となり、図 12 に示すように、入力のない 1 次遅れ系の収束挙動を示しながら偏差 Ge が収束することを定義している。

【0089】

ここで、切換関数 σ によって指定した収束挙動を実現する応答指定型コントローラは、以下のようになる。

【0090】

$$\begin{aligned} TH_cmd'(k) = & -Keq0 Gcyl_hat(k) - Keq1 Gth(k-1) - Keq2 Pb(k) \\ & - Keq3 Pb(k-1) - Krch \sigma(k) - Kadp \sum_{i=0}^k \sigma(i) \end{aligned} \quad (47)$$

なお、フィードバックゲイン $Keq0$, $Keq1$, $Keq2$, $Keq3$, $Krch$, $Kadp$ は、以下の評価関数を最小にするものである。

【0091】

$$J = \sum_{j=0}^k \Delta X(j) Q \Delta X(j) + \Delta TH_cmd'(j) R \Delta TH_cmd'(j) \quad (48)$$

$$\Delta X(k) = [\Delta gcyl_hat(k) \Delta Gth(k) \Delta Pb(k) \Delta Pb(k-1) \Delta \sigma(k) \sigma(k)]^T \quad (49)$$

$$Q = \begin{bmatrix} q1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & q2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & q3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & q4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & q5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & q6 \end{bmatrix} \quad (50)$$

$$R = r0 \quad (51)$$

ここで、Qは重みパラメータであり、q1, q2, q3, q4, q5, q6, r0は、正の定数である。各重み係数を以下の式にしたがって設定することによって、各状態変数 $\Delta gcyl_hat(k)$ 、 $\Delta Gth(k)$ 、 $\Delta Pb(k)$ 、 $\Delta Pb(k-1)$ のゼロへの収束よりも、 $\Delta \sigma$ 、 σ のゼロへの収束を速く行うことができるようになる。すなわち、指定した偏差の応答の実現を速く行うことができるようになり、また、制御系のモデル化誤差や外乱に対するロバスト安定性も向上することができる。

【0092】

$$q1, q2, q3, q4 \leq q5, q6 \quad (52)$$

【0093】

さらに、アクセルペダル開度AP、車速VP、トランスミッションのシフト位置NGEAR、加給圧Pc、電気負荷のON/OFF、パワステ油圧ポンプのON/OFF等によって求まるフィードフォワード開度TH_ffを式47のTH_cmd'に加算し、スロットル開度目標値、すなわち、応答指定型コントローラのスロットル開度制御量TH_cmdとする。

【0094】

$$\begin{aligned}
 TH_cmd(k) &= TH_ff(k) + TH_cmd'(k) \\
 &= TH_ff(k) - Keq0 \ Gcyl_hat(k) - Keq1 \ Gth(k-1) - Keq2 \ Pb(k) \\
 &\quad - Keq3 \ Pb(k-1) - Krch \ \sigma(k) - Kadp \sum_{i=0}^k \sigma(i) \quad (53)
 \end{aligned}$$

【0095】

図13は、この応答指定型コントローラによってシリンダ吸入空気量 G_{cyl} の制御を行った結果を示す。

【0096】

図14に本発明の実施形態による、吸入空気量推定装置と吸入空気量制御用の応答指定型コントローラを含んだ燃料制御系の構成を示す。

【0097】

応答指定型コントローラ1002は、シリンダ吸入空気量推定装置1001からのシリンダ吸入空気量推定値とシリンダ吸入空気量目標値算出部1003からのシリンダ吸入空気量目標値とを入力とし、推定値 G_{cyl_hat} が目標値 G_{cyl_cmd} となるようにスロットル開度 TH_cmd を操作する。図14において、1004は燃料変換モジュール、1005は燃料付着補正モジュール、1006および1007は燃料補正係数演算モジュールを示す。これらのモジュールによって燃料噴射量が決定される。

【0098】

なお、図14では、シリンダ吸入空気量を制御するためにスロットル開度を操作したが、自在バルブタイミング機構によってシリンダ吸入空気量を制御することもできる。さらには、電動コンプレッサを備える場合には、コンプレッサへの印可電圧を調整することによっても、ウエストゲート付きタービンを備える場合は、ウエストゲートの制御により加給圧の制御を行うことによってもシリンダ吸入空気量を制御することができる。

【0099】

図15は、本発明の実施形態によるシリンダ吸入空気量推定方法の手順を示す。この手順の演算は、吸入行程（TDC）毎に実行される。ステップS10において、TDCを6等分した角度毎に設置されたクランク角（CRK）毎にサンプルされた吸気管圧力 P_{b_buf} を6タップ移動平均し、 P_{b_buf} の脈動成分を除去する。たとえば、1吸入行程（TDC）のクランク角度が180度であり、クランク角（CRK）信号が、クランク回転角度30度毎に出力される。ステップS20においてエアフローメータが活性であるか判断される。活性であれば、ステップS30に進み、CRK毎にサンプルされたスロットル通過量 G_{th_buf} を6タップ移動平均し、 G_{th_buf} の脈動成分を除去する。ステップS40において、シリンダ吸入空気量の推定値 G_{cyl_hat} を演算する。ステップS50においてスロットル開度の目標値 TH_cmd を演算する。ステップS20においてエアフローメータが活性でなければ、ステップS60に進み、エンジン回転数、吸気管圧力に応じてシリンダ吸入空気量の推定値 G_{cyl_hat} を演算する。ステップS70において、スロットル開度の目標値 TH_cmd をアクセルペダル開度と等しく設定する。この時、アクセルペダル全閉の場合は、エンジンがアイドル回転数を維持できる分の開度は確保される。すなわち、アクセルペダル全閉時は、図示しないアイドル回転数制御により、 TH_cmd が決定される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の吸入空気量の推定方法および推定装置、また、当該推定方法または当該推定装置による吸入空気量の推定値が目標値となるように制御する制御方法および制御装置が適用される内燃機関の構成を示す。

【図2】 内燃機関の吸気部分の構成を示す。

【図3】 P_B 、 TH 、 ΔP_B 、 ΔTH および $\Delta FZPB$ の間の関係を示す。

【図4】 スロットル通過空気量 G_{th} のオーバーシュートの補償が過剰、または、過小である場合の従来のシリンダ吸入空気量推定値の挙動を示す。

【図5】 シリンダ吸入空気量 G_{cyl} 、スロットル通過空気量 G_{th} およびシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値 G_{air_Pb} の間の関係を示す。

。

【図 6】本発明の 1 実施形態によるシリンダ吸入空気量推定装置のブロック図を示す。

【図 7】本発明の 1 実施形態によるシリンダ吸入空気量推定の結果を示す。

【図 8】本発明の他の実施形態によるシリンダ吸入空気量推定装置のブロック図を示す。

【図 9】本発明の他の実施形態によるシリンダ吸入空気量推定の結果を示す。

【図 10】本発明の他の実施形態によるシリンダ吸入空気量推定装置のブロック図を示す。

【図 11】本発明の他の実施形態によるシリンダ吸入空気量推定装置のブロック図を示す。

【図 12】偏差 G_e の収束挙動を示す。

【図 13】応答指定型コントローラによってシリンダ吸入空気量 G_{cyl} の制御を行った結果を示す。

【図 14】本発明の実施形態による、吸入空気量推定装置と吸入空気量制御用の応答指定型コントローラを含んだ燃料制御系の構成を示す。

【図 15】本発明の実施形態によるシリンダ吸入空気量推定方法の手順を示す。

【符号の説明】

3 エアフローメータ

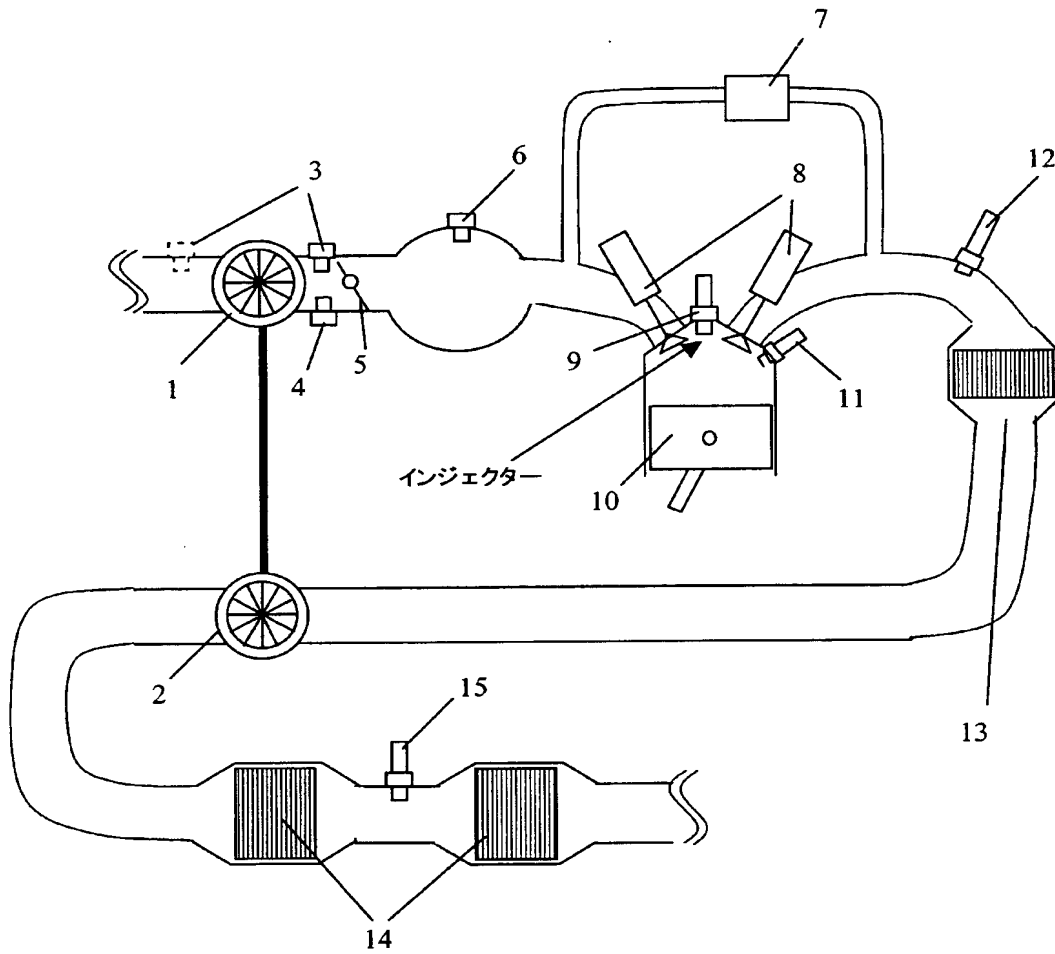
6 吸気管圧力センサ

101 シリンダ吸入空気量推定装置

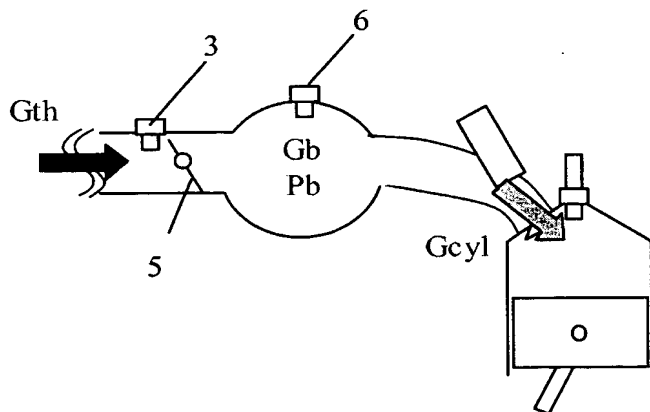
102 応答指定型コントローラ

【書類名】 図面

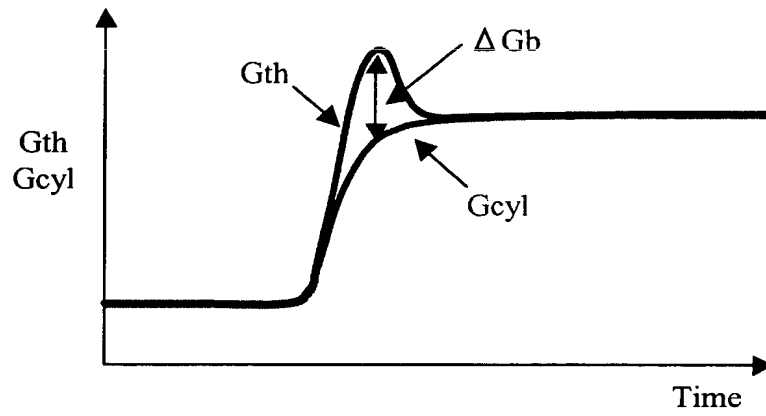
【図 1】



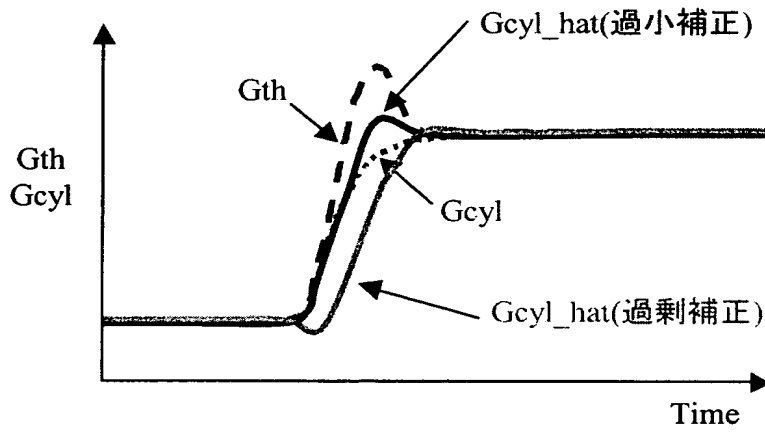
【図 2】



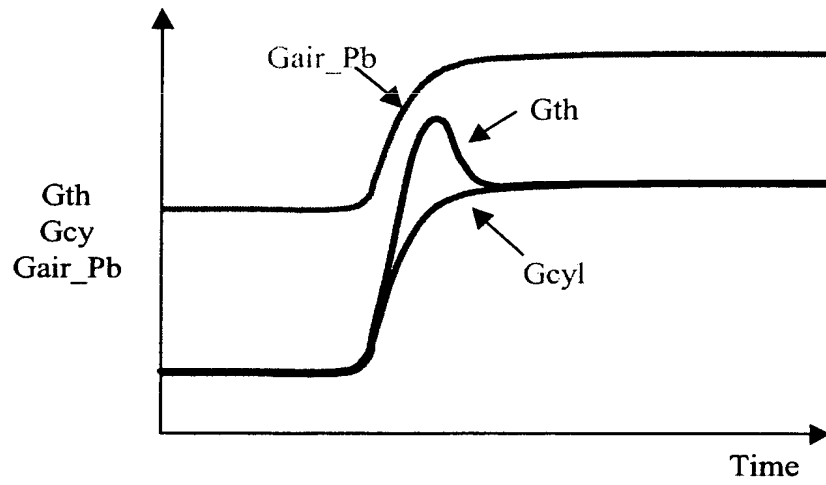
【図 3】



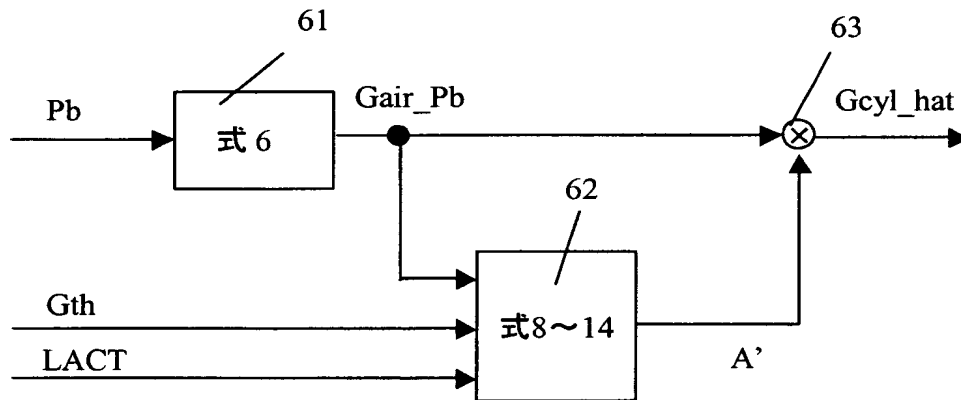
【図 4】



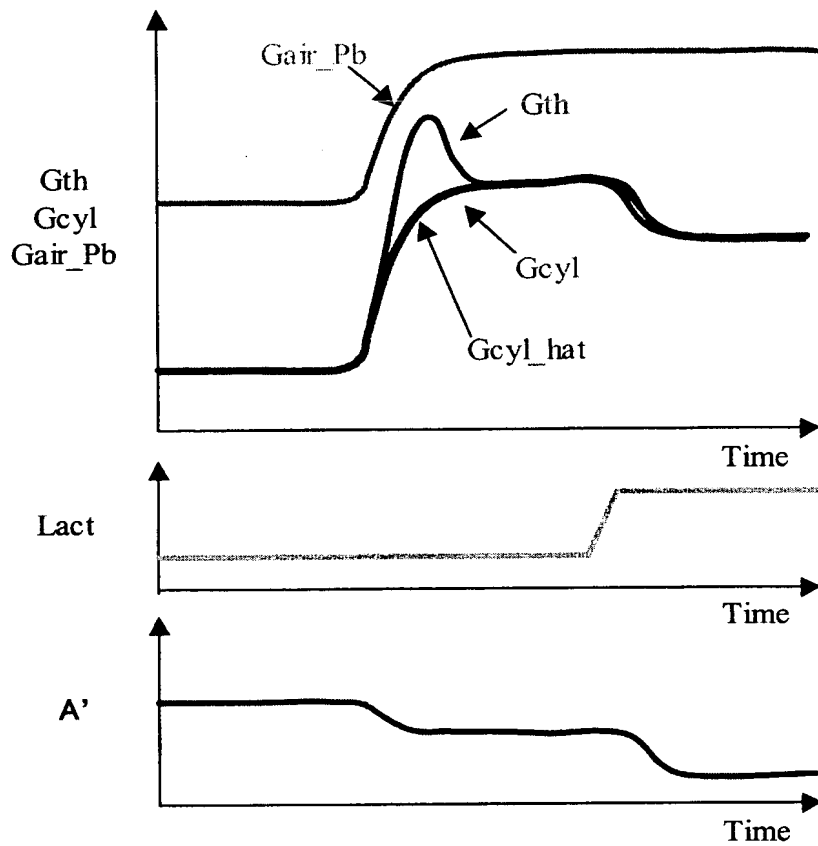
【図 5】



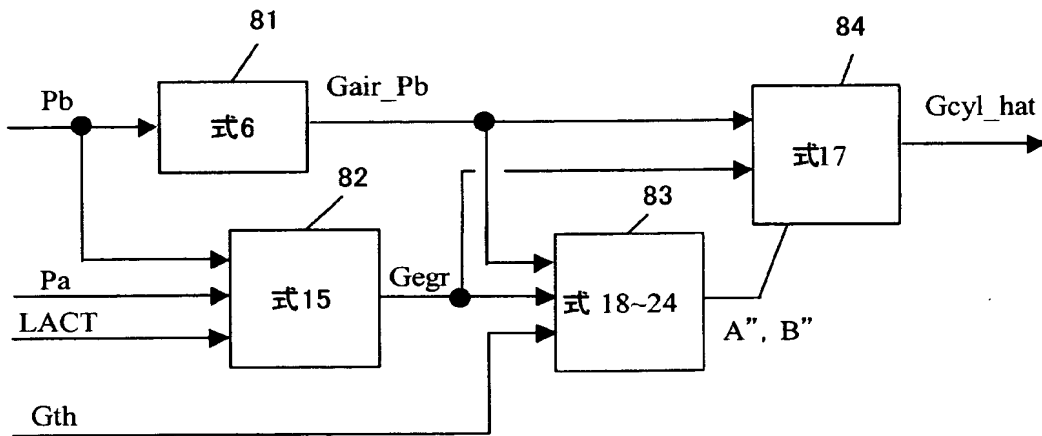
【図 6】



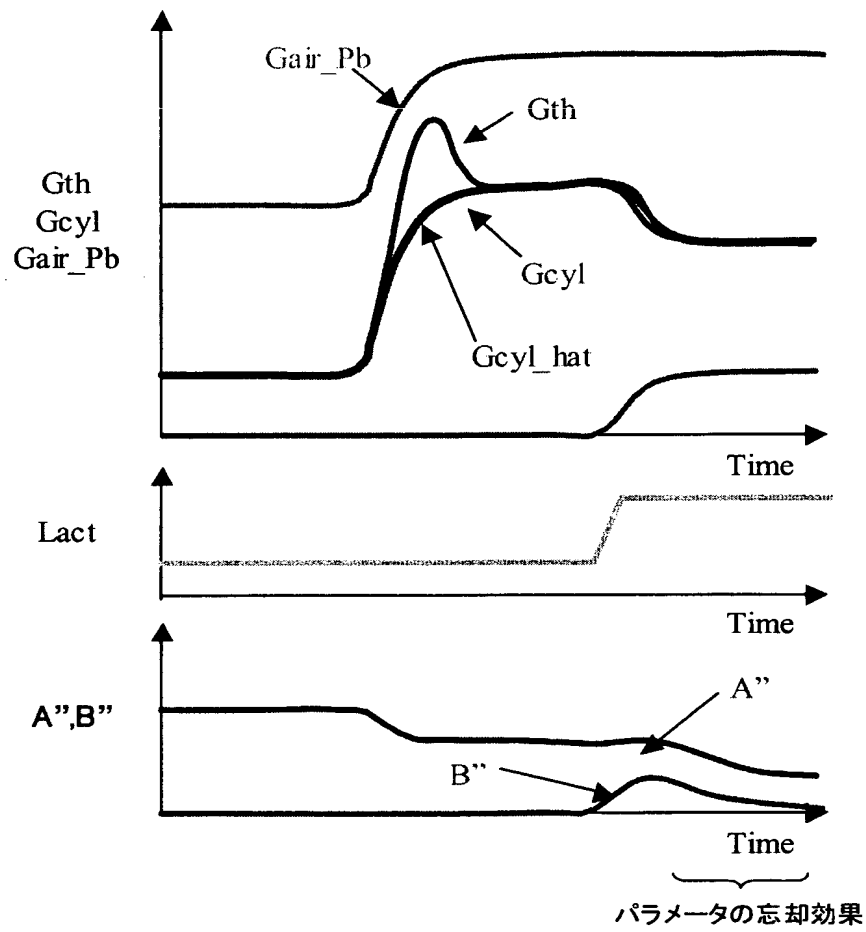
【図7】



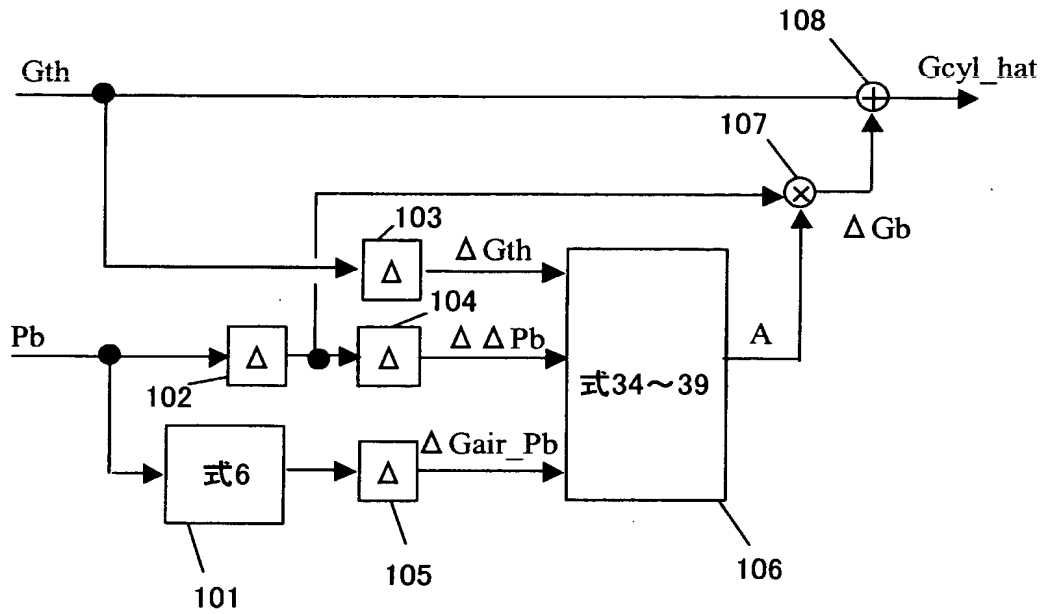
【図8】



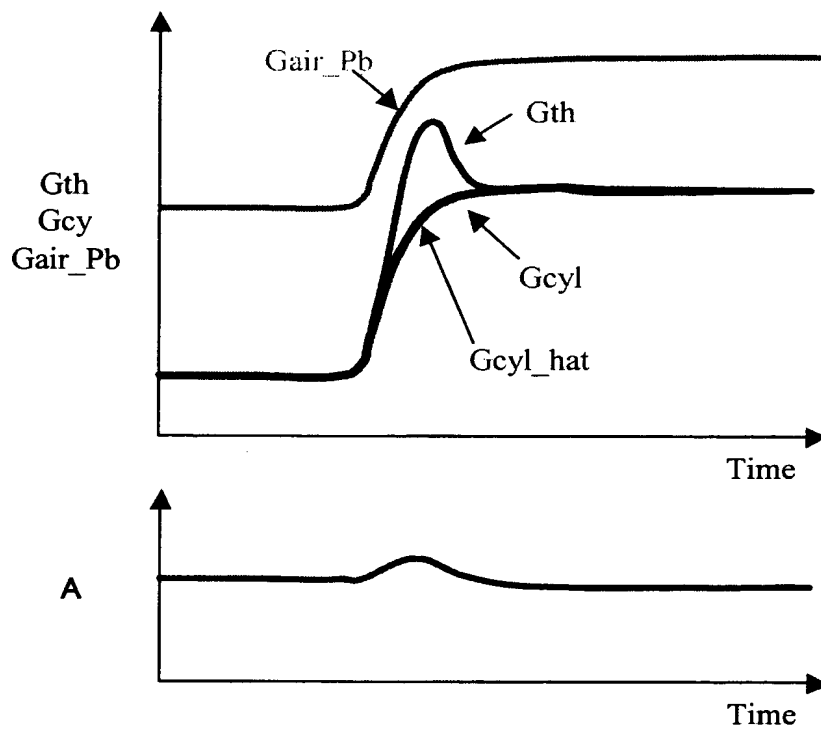
【図 9】



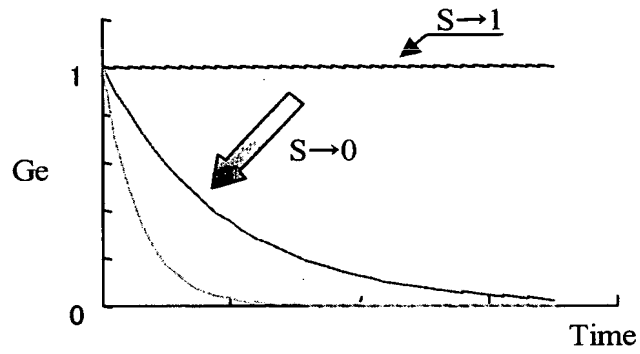
【図 10】



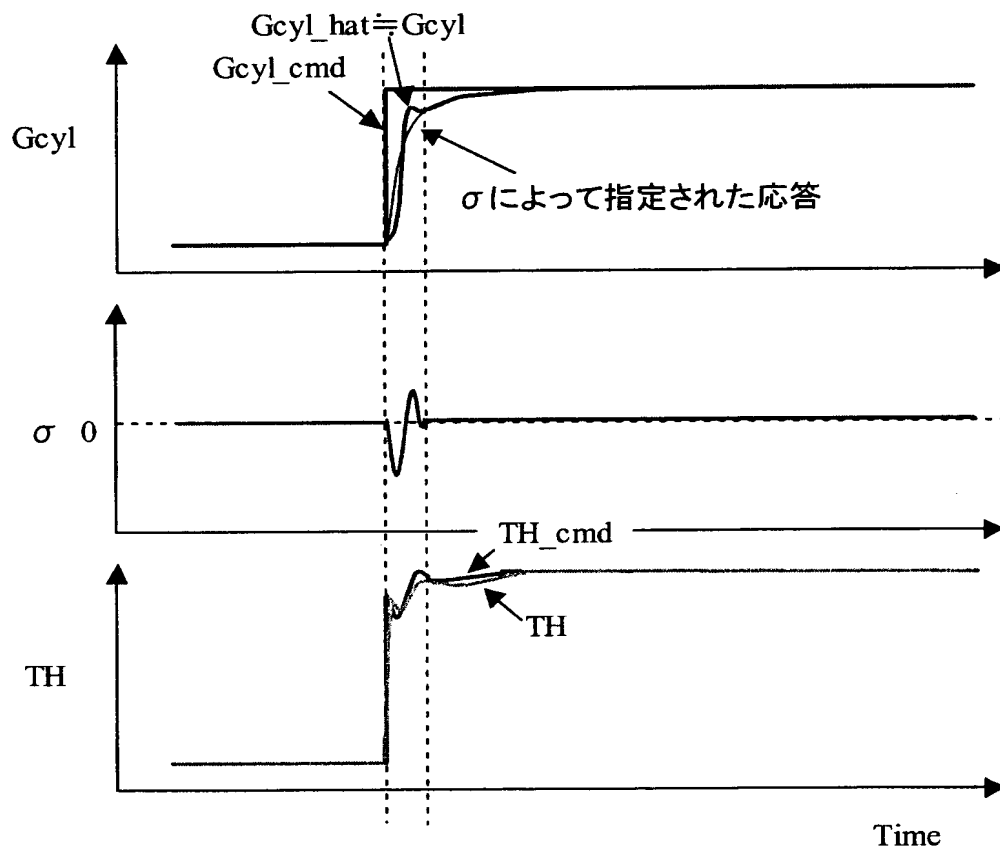
【図 11】



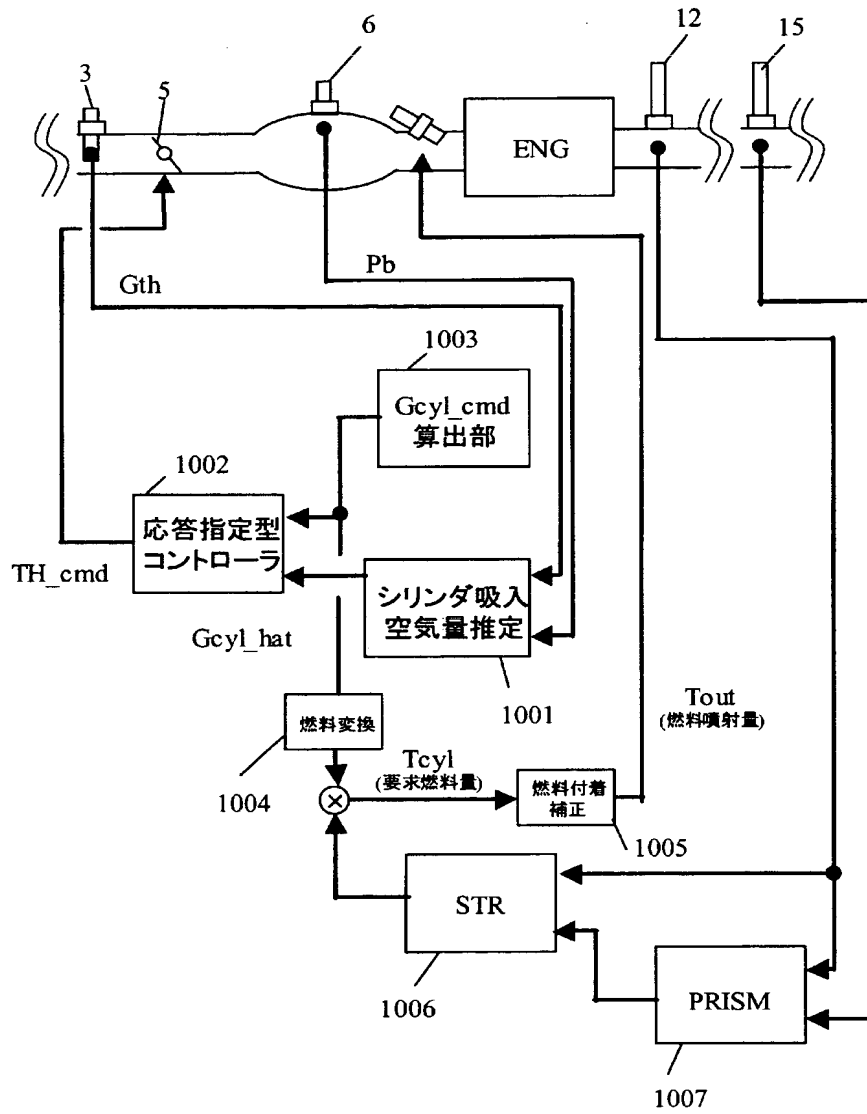
【図 12】



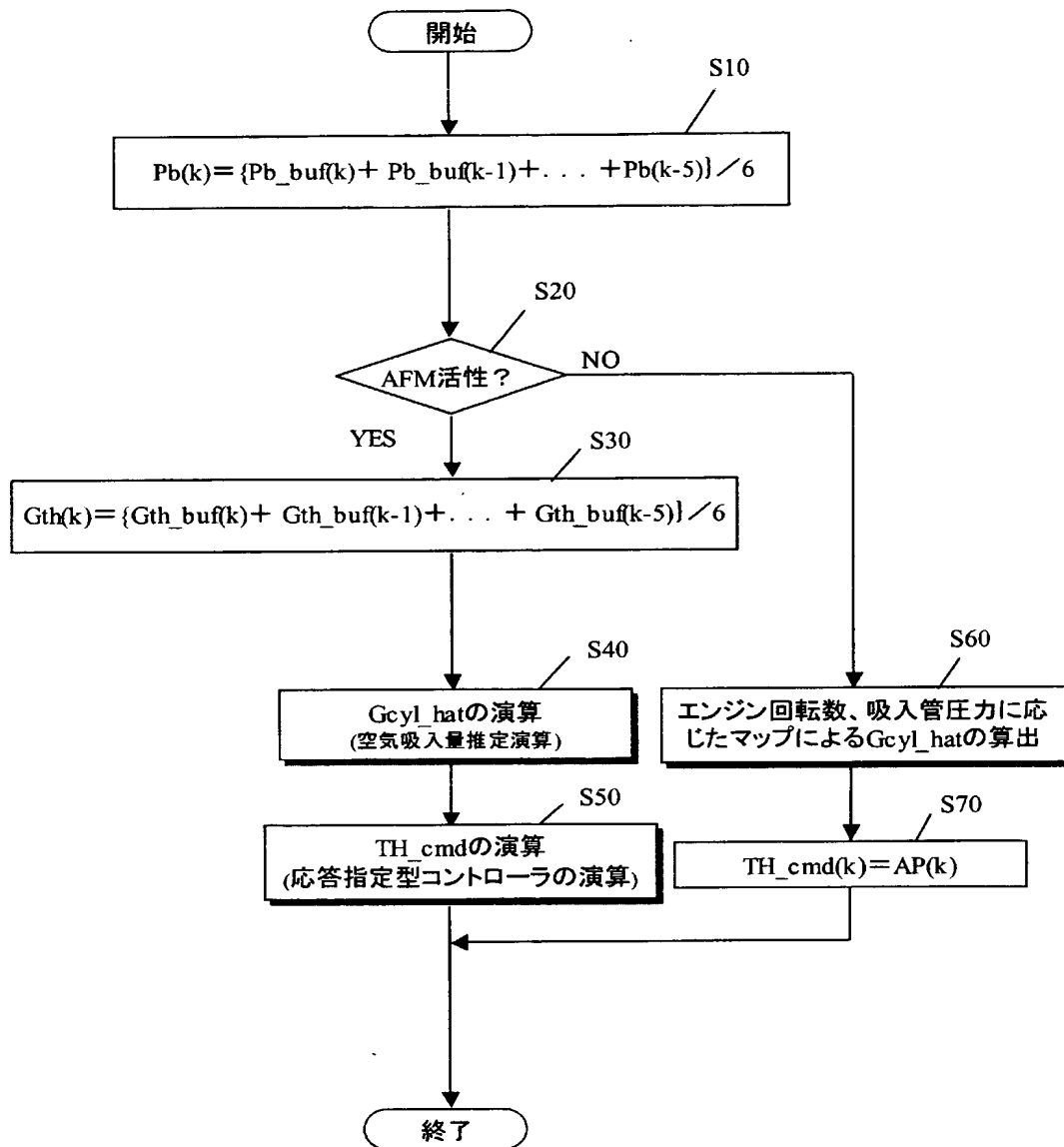
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 エンジンやセンサ特性の固体ばらつきや経年変化に対応でき、設定パラメータを増大させない吸入空気量の推定方法および推定装置、また、当該推定方法または当該推定装置による吸入空気量の推定値が目標値となるように制御する制御方法および制御装置を提供する。

【解決手段】 吸気管圧力の値に基づいてシリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値(G_{air_Pb})を求めるステップと、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に同定パラメータ(A')を乗じた値が、スロットル通過空気量の値(G_{th})に等しくなるように適応オブザーバを用いて同定パラメータを定めるステップとを含む。さらに、シリンダ吸入空気量の吸気管圧力による推定値に当該同定パラメータを乗じてシリンダ吸入空気量(G_{cyl})の最終推定値(G_{cyl_hat})を求めるステップを含む。

【選択図】 図 7

特願 2 0 0 2 - 3 2 0 3 6 2

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 0 年 9 月 6 日

新規登録

住 所
氏 名

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号
本田技研工業株式会社